

## 燃料電池用レギュレータ

### 発明の背景

発明の分野：

- 5      本発明は、燃料電池に適用され、酸化剤（エアー）の圧力を信号圧として該酸化剤（エアー）の圧力に応じた圧力で燃料電池のアノード側に反応ガスとして燃料（水素）を供給することが可能な燃料電池用レギュレータに関する。

関連する技術の記述：

- 10      従来、固体高分子膜型燃料電池は、固体高分子電解質膜をアノードとカソードとで両側から挟み込んで形成されたセルに対し、複数のセルを積層して構成されたスタック（以下において燃料電池という）を備えており、アノードに燃料として水素が供給され、カソードに酸化剤としてエアーが供給されて、アノードで触媒反応により発生した水素イオンが、固体高分子電解質膜を通過してカソードまで移動して、カソードで電気化学反応を起こして発電している。
- 15      このような燃料電池装置は、例えば、燃料電池のカソード側に反応ガスとしてエアーを供給するためのエアーコンプレッサ等を備え、さらに、このエアーの圧力を信号圧として、エアーの圧力に応じた圧力で燃料電池のアノード側に反応ガスとして水素を供給する圧力制御弁を備え、燃料電池のカソード側に対するアノード側の反応ガスの圧力を所定圧に調圧して所定の発電効率を確保するとともに、
- 20      燃料電池に供給される反応ガスの流量を制御することで所定の出力が得られるように設定されている。

ところで、本出願人は、特開 2002-182751 号公報および特開平 11-270717 号公報に示されるように、燃料ガス供給装置等において使用することが可能なガス用減圧弁を提案している。

25

### 発明の概要

本発明の一般的な目的は、燃料電池において好適に使用することが可能な燃料電池用レギュレータを提供することにある。

本発明の主たる目的は、ノーマルオープンタイプのレギュレータと比較して、

不必要な時に燃料ガスを二次側ポートから導出させる必要がなく、燃料ガスの浪費を防止して省力化を図ることが可能な燃料電池用レギュレータを提供することにある。

- 5 本発明の他の目的は、エアーと燃料ガスとが混合することを防止することが可能な燃料電池用レギュレータを提供することにある。

本発明のまた他の目的は、パイロット圧であるエアーに対して二次側ポートから導出される燃料ガスの圧力を2倍～4倍に調圧することが可能となり、種々のエゼクタへの適用範囲を拡大することが可能な燃料電池用レギュレータを提供することにある。

- 10 本発明のさらに他の目的は、パイロット圧であるエアーに対して二次側ポートから導出される燃料ガスの圧力を3倍に調圧することが可能な燃料電池用レギュレータを提供することにある。

- 15 本発明のさらにまた他の目的は、圧力が一定で燃料ガス流量を増大させた時の圧力変化量を減少させて良好な圧力－流量特性が得られる燃料電池用レギュレータを提供することにある。

本発明のまたさらに他の目的は、急激な断面積の変化がなく、自励振動を抑制することが可能な燃料電池用レギュレータを提供することにある。

本発明のまたさらに他の目的は、弁体の弁座に対するシート倒れを防止することが可能な燃料電池用レギュレータを提供することにある。

- 20 本発明のまたさらに他の目的は、ガイド部材の外周面とガイド用筒部との摺動部位において、良好な摺動性を得ることが可能な燃料電池用レギュレータを提供することにある。

添付した図面と協同する次の好適な実施の形態例の説明から、上記の目的及び他の目的、特徴及び利点がより明らかになるであろう。

25

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施の形態に係る燃料電池用レギュレータが組み込まれた燃料電池システムの概略ブロック構成図である。

図2は、図1に示す燃料電池用レギュレータの平常時における弁閉状態を示す

縦断面図である。

図 3 は、図 2 に示す燃料電池用レギュレータにパイロット圧が供給された弁開状態を示す縦断面図である。

図 4 は、圧力を一定として流量を増大させた場合における圧力変化量の大小関係を示す圧力－流量特性図である。

#### 好ましい実施の形態例の記述

図 1 において参照数字 200 は、本発明の実施の形態に係る燃料電池用レギュレータが組み込まれた燃料電池システムを示す。なお、前記燃料電池システム 200 は、例えば、自動車等の車両に搭載される。

この燃料電池システム 200 は、例えば、固体ポリマーイオン交換膜等からなる固体高分子電解質膜をアノードとカソードとで両側から挟み込んで形成されたセルに対し、複数のセルを積層して設けた燃料電池スタック 202 を含む。前記燃料電池スタック 202 には、燃料ガス（以下、必要に応じて燃料という）として、例えば、主に水素を含有するガス（以下、水素という）が供給されるアノードと、酸化剤として、例えば、酸素を含むエアーが供給されるカソードとが設けられる。

前記カソードには、酸化剤供給部 204 からエアーが供給されるエアー供給口 206 と、前記カソード内のエアーを外部に排出するためのエアー排出部 208 が接続されたエアー排出口 210 が設けられる。一方、アノードには、燃料供給部 212 から水素が供給される水素供給口 214 と、水素排出部 216 が接続された水素排出口 218 とが設けられる。

前記燃料電池スタック 202 では、アノードで触媒反応により発生した水素イオンが、固体高分子電解質膜を通過してカソードまで移動し、カソードで酸素と電気化学反応を起こして発電するように設定されている。

前記エアー供給口 206 には、エアー供給用通路を介して、酸化剤供給部 204 と、放熱部 220 と、カソード加湿部 222 とがそれぞれ接続され、また、前記エアー排出口 210 には、エアー排出用通路を介してエアー排出部 208 が接続される。

前記水素供給口 2 1 4 には、水素供給通路を介して、燃料供給部 2 1 2 と、圧力制御部 2 2 4 と、エゼクタ 2 2 6 と、アノード加湿部 2 2 8 とがそれぞれ接続され、また、前記水素排出口 2 1 8 には、循環用通路 2 3 0 を介して水素排出部 2 1 6 が接続される。

5      酸化剤供給部 2 0 4 は、例えば、図示しないスーパーチャージャ（圧縮機）およびこれを駆動するモータ等から構成され、燃料電池スタック 2 0 2 で酸化剤ガスとして使用される供給エアーを断熱圧縮して燃料電池スタック 2 0 2 に圧送する。この断熱圧縮の際に供給エアーが加熱される。このように加熱された供給エアーが、燃料電池スタック 2 0 2 の暖機に貢献する。

10     また、前記酸化剤供給部 2 0 4 から供給されるエアーは、例えば、燃料電池スタック 2 0 2 の負荷や図示しないアクセルペダルの操作量等に応じて所定の圧力に設定されて燃料電池スタック 2 0 2 に導入されるとともに、後述する放熱部 2 2 0 によって冷却された後、パイパス通路 2 3 2 を介して圧力制御部 2 2 4 にパイロット圧として供給される。

15     放熱部 2 2 0 は、例えば、図示しないインタークーラ等から構成され、流路に沿って流通する冷却水と熱交換することによって、燃料電池スタック 2 0 2 の通常運転時において前記酸化剤供給部 2 0 4 から供給される供給エアーを冷却する。このため、供給エアーは、所定温度に冷却された後、カソード加湿部 2 2 2 に導入される。

20     前記カソード加湿部 2 2 2 は、例えば、水透過膜を備えて構成され、水分を水透過膜の一方の側から他方の側へ透過させることにより、前記放熱部 2 2 0 によって所定の温度に冷却されたエアーを所定の湿度に加湿して燃料電池スタック 2 0 2 のエアー供給口 2 0 6 へと供給している。前記加湿されたエアーは燃料電池スタック 2 0 2 に供給され、該燃料電池スタック 2 0 2 の固体高分子電解質膜の  
25     イオン導電性が所定の状態に確保される。

なお、燃料電池スタック 2 0 2 のエアー排出口 2 1 0 には、エアー排出部 2 0 8 が接続され、前記エアー排出部 2 0 8 に設けられた図示しない排出弁を通じてエアーが大気中に排気される。

燃料供給部 2 1 2 は、例えば、燃料電池に対する燃料として水素を供給する図

示しない水素ガスボンベからなり、燃料電池スタック 202 のアノード側に供給する供給水素が貯蔵される。

5 圧力制御部 224 には、後述する燃料電池用レギュレータ 10 が設けられ、パイパス通路 232 を介して供給されるエアーの圧力をパイロット圧（パイロット信号圧）として、前記圧力制御部 224 の出口側圧力である二次側圧力を前記パイロット圧に対応した所定範囲の圧力に設定している。例えば、圧力制御部 224 では、パイロット信号圧：二次側圧＝約 1：2～約 1：4 の範囲内に設定される。ここで、パイロット信号圧の比率 1 に対して二次側圧の比率が約 2～約 4 の範囲に設定されるが、これは後述するエゼクタ 226 を種々実験する中で、循環  
10 圧力、吸引特性等を良好に保持し、エゼクタ 226 の性能を最大限に引き出すことが可能となる範囲である。特に、本実施の形態で用いられるエゼクタ 226 においては、好ましくは、パイロット信号圧：二次側圧＝1：約 3 に設定される。

エゼクタ 226 は、図示しないノズル部とディフューザ部とから構成され、圧力制御部 224 から供給された燃料（水素）はノズル部を通過する際に加速されてディフューザ部に向かって噴射される。前記ノズル部からディフューザ部に向かって燃料が高速で流通する際、ノズル部とディフューザ部との間に設けられた副流室内で負圧が発生し、循環用通路 230 を介してアノード側の排出燃料が吸引される。前記エゼクタ 226 で混合された燃料および排出燃料はアノード加湿部 228 へと供給され、燃料電池スタック 202 から排出された排出燃料は、前  
15 記エゼクタ 226 を介して循環するように設けられている。

従って、燃料電池スタック 202 の水素排出口 218 から排出された未反応の排出ガスは、循環用通路 230 を介してエゼクタ 226 に導入され、圧力制御部 224 から供給された水素と、燃料電池スタック 202 から排出された排出ガスとが混合されて燃料電池スタック 202 に再び供給されるように設けられている。

25 アノード加湿部 228 は、例えば、水透過膜を備えて構成され、水分を水透過膜の一方の側から他方の側へ透過させることにより、エゼクタ 226 から導出された燃料を所定の湿度に加湿して燃料電池スタック 202 の水素供給口 214 へと供給している。前記加湿された水素は燃料電池スタック 202 に供給され、該燃料電池スタック 202 の固体高分子電解質膜のイオン導電性が所定の状態に確

保される。

燃料電池スタック 202 の水素排出口 218 には、例えば、図示しない排出制御弁を有する水素排出部 216 が循環用通路 230 を介して接続される。前記排出制御弁は、燃料電池スタック 202 の運転状態に応じて開閉動作が制御され、

- 5  例えば、図示しない貯留タンクによって分離された排出ガス中の過剰な水分（主に液体水）等が車両外部に排出される。

次に、燃料電池システム 200 の圧力制御部 224 に設けられた本実施の形態に係る燃料電池用レギュレータ 10 を図 2 および図 3 に示す。

- 10  この燃料電池用レギュレータ 10 は、燃料供給部 212 から供給された水素が導入される一次側ポート 12 と、該一次側ポート 12 から導入された水素を所定の圧力に調圧してエゼクタ 226 側に導出する二次側ポート 14 とが設けられたボディ 16 とを含む。前記ボディ 16 は、相互に積層されて一体的に連結された第 1 ブロック体 18 a、第 2 ブロック体 18 b および第 3 ブロック体 18 c によって構成される。前記ボディ 16 の内部には空間部 20 が形成され、前記空間部  
15  20 には、前記一次側ポート 12 と二次側ポート 14 とを連通させる流体通路 22 を開閉する弁機構部 24 が設けられる。

- 前記第 1 ブロック体 18 a の底面部に形成された孔部には、リング 26 によって弁体ガイド部材 28 がボルト 30 を介して連結され、前記弁体ガイド部材 28 には、前記空間部 20 の軸線方向に沿って長尺状に所定長だけ突出する円筒状  
20  のガイド用筒部 32 が一体的に形成される。前記弁体ガイド部材 28 の中央部の孔部には、後述する背圧室 34 を閉塞する閉塞部材 36 がリング 38 を介して螺入される。なお、前記閉塞部材 36 の端部には、図示しない工具等を介して外部から該閉塞部材 36 をねじ込むための断面矩形状の凹部 40 が形成される。

- 前記弁体ガイド部材 28 を第 1 ブロック体 18 a と別個独立に形成し、ボルト  
25  30 を介して簡便に組み付けることにより組み付け性を向上させることができる。また、前記弁体ガイド部材 28 と第 1 ブロック体 18 a とを別部材で構成することにより、ボディ 16 側（第 1 ブロック体 18 a）の材質および表面処理に影響を与えることがなく弁体ガイド部材 28 に対してフッ素樹脂コーティングを施すことができる。例えば、弁体ガイド部材 28 と第 1 ブロック体 18 a とが一体形

成されたものに対してフッ素樹脂コーティングを施した後に焼成した場合、ボディ 16 側の第 1 ブロック体 18 a の表面に被覆されたアルマイト被膜が破壊されてしまうからである。

また、弁体ガイド部材 28 の略中央部に孔部を形成し、前記孔部を閉塞部材 36 によって閉塞するという構成を採用することにより、前記弁体ガイド部材 28 のガイド用筒部 32 の内壁面に対してスプレー挿入方式によるフッ素樹脂コーティング処理を容易に施すことが可能となり、コーティング膜の均一化および安定化を図ることができる。前記スプレー挿入方式によるフッ素樹脂コーティング処理を施した後、前記弁体ガイド部材 28 の孔部に対して閉塞部材 36 を簡便に取り付けることができる。

前記弁機構部 24 は、ボディ 16 の軸線方向に沿って延在するロッド部材 42 と、前記ロッド部材 42 に外嵌され、半径外方向に向かって突出する弁体 44 が一体的に形成されたガイド部材 46 と含む。

さらに、弁機構部 24 は、第 1 保持機構 48 を介して前記ロッド部材 42 の端部に連結された大径な第 1 ダイヤフラム 50 と、前記第 1 ダイヤフラム 50 と弁体 44 との間に設けられ、第 2 保持機構 52 を介してロッド部材 42 に連結された小径な第 2 ダイヤフラム 54 とを有する。

この場合、前記第 1 ダイヤフラム 50 と第 2 ダイヤフラム 54 の受圧面積比は、前述した理由により、約 2 : 1 ~ 約 4 : 1 の範囲内に設定される。好ましくは、前記第 1 ダイヤフラム 50 と第 2 ダイヤフラム 54 の受圧面積比を約 3 : 1 に設定することにより、パイロット圧であるエアーに対して二次側ポート 14 から導出される水素の圧力（二次側圧力）を 3 倍に調圧することができ、二次側ポート 14 側に接続され本実施の形態で用いられるエゼクタ 226 の循環圧力、吸引特性等を良好に保持し、該エゼクタ 226 の性能を最大限に引き出すことが可能となる。

前記ロッド部材 42 の中間部には、断面 L 字状に屈曲し周方向に沿って約 90 度離間する 4 個の爪部によって形成されたストッパ部 58 が一体的に形成され、前記ストッパ部 58 は第 2 保持機構 52 を構成するものである。

ガイド部材 46 は内部の中空部 60 に連通する第 1 連通孔 62 が形成された長

尺な円筒体からなり、前記円筒体の端部には半径外方向に向かって所定長だけ膨出する弁体 4 4 が一体的に形成される。前記ガイド部材 4 6 において、弁体 4 4 の下部側に設けられたガイド機能を営む部位を長尺に形成することにより、弁体 4 4 が弁座 6 4 に着座する際のシート倒れを防止することができる。

- 5      また、ガイド部材 4 6 に中空部 6 0 および第 1 連通孔 6 2 を形成して肉抜きすることにより該ガイド部材 4 6 が軽量化され、自励振動を減少させるとともに、摺動抵抗を減少させることができる。この場合、ガイド部材 4 6 のガイド機能を営む部位およびガイド用筒部 3 2 に対してそれぞれフッ素樹脂コーティングを施すことにより、前記ガイド部材 4 6 とガイド用筒部 3 2 との摺動部分における良好な摺動性が得られ、耐久性を向上させることができる。なお、後述する弁座部材 6 6 の弁座 6 4 に着座する前記弁体 4 4 の着座部位には、環状のシート用ゴム 6 8 が貼着される。
- 10

- また、前記ガイド部材 4 6 の外周面には、弁体 4 4 に近接する側の O リング 7 0 と、前記 O リング 7 0 から所定間隔離間し弁体 4 4 から離間する側の Y パッキン 7 2 とが、環状溝を介してそれぞれ装着される。ガイド用筒部 3 2 に接触してシール機能を営む O リング 7 0 および Y パッキン 7 2 を所定間隔離間して配設することにより、所望の摺動抵抗が営まれて自励振動を抑制することができる。
- 15

- この場合、前記 O リング 7 0 および Y パッキン 7 2 との摺動作用下に前記ガイド部材 4 6 がガイド用筒部 3 2 に沿って変位することにより、ロッド部材 4 2 と一体的に変位するガイド部材 4 6 を直線状に案内し、シート倒れを防止して前記ガイド部材 4 6 の弁体 4 4 が弁座 6 4 に対して好適に着座するように設けられる。
- 20

- なお、弁体 4 4 から離間する側に Y パッキン 7 2 を装着することにより、例えば、前記 Y パッキン 7 2 に代替して O リングを装着した場合と比較して僅かに摺動抵抗を減少させることができ、弁体 4 4 に近接する側の O リング 7 0 と弁体 4 4 から離間する側の Y パッキン 7 2 との共働作用によって所望の摺動抵抗が得られる。また、前記 Y パッキン 7 2 に代替して摺動部材、例えば、図示しないベアリング等を用いることにより所望の摺動抵抗を得ることが可能である。さらに、後述するように、ガイド用筒部 3 2 に図示しない孔部を設けるようにして、O リング 7 0 側のベアリング等の摺動部材に代替するようにすることも可能である。
- 25



その際、Yパッキン72に代替してOリングとすることも勿論可能である。

さらに、前記Oリング70とYパッキン72との間のガイド部材46の外周面には、環状凹部が形成され、前記環状凹部と弁体ガイド部材28のガイド用筒部32との間で環状空間部74が形成される。前記環状空間部74は、軸線方向に沿って延在する第1連通孔62と略直交する孔部76によって連通するように設けられる。

このように所定間隔離間するOリング70とYパッキン72との間に第1連通孔62に連通する環状空間部74を形成することにより、Oリング70とYパッキン72との間が負圧となってOリング70およびYパッキン72がガイド用筒部32の内壁面にはりつくこと（密封作用による吸着）を防止することができる。従って、弁体ガイド部材28のガイド用筒部32に対するガイド部材46の良好な摺動性が得られる。なお、第1連通孔62に連通させる孔部76を形成しているがこれに限定されるものではなく、弁体ガイド部材28のガイド用筒部32に図示しない孔部を形成してOリング70とYパッキン72との間の密封化を阻止してもよい。

Oリング70およびYパッキン72によって外周面がシールされたガイド部材46の端部側には、ガイド用筒部32と閉塞部材36とによって囲繞された背圧室34が形成される。前記背圧室34を設けることにより弁体44に付与される圧力が軽減され、圧力-流量特性を向上させることができる。換言すると、調圧された二次側圧力によって弁体44を弁座64から離間する方向に付勢する力と、背圧室34内に進入した圧力流体によって弁体44を弁座64に向かって着座させる方向に付勢する力とが相殺（キャンセル）されることにより、弁体44に付与される圧力を軽減することができるからである。

なお、前記背圧室34は、ロッド部材42に軸線方向に沿って所定長だけ延在する第1連通孔62および前記第1連通孔62に略直交して交差する第2連通孔78を介して後述するアスピレータ室80に連通するように設けられる。

前記ガイド部材46の外周側には、一端部が弁体44に係着され、他端部が弁体ガイド部材28の環状凹部内に係着されたコイル状の第1ばね部材56が設けられる。前記第1ばね部材56のばね力によって弁体44は、常時、弁座64に

向かって着座するように付勢されている。前記第 1 ばね部材 5 6 のばね力は、後述するパイロット室 8 2 に配設されたコイル状の第 2 ばね部材 8 4 のばね力と比較して大きく設定されている。

5 従って、弁体 4 4 を弁座 6 4 から離間させる方向に付勢する第 2 ばね部材 8 4 のばね力に対して第 1 ばね部材 5 6 のばね力が打ち勝っているため、パイロット圧が付与されない平常時において弁体 4 4 が弁座 6 4 に着座した状態にあるノーマルクローズタイプに設定されている。このようにノーマルクローズタイプに設定することにより、不必要な時に水素が二次側ポート 1 4 から導出されることがなく、水素の浪費を防止して省力化することができる。

10 また、リターンスプリングとして機能する第 1 ばね部材 5 6 を設けるとエアと水素との圧力比 1 : 3 の関係に影響を及ぼすことが考慮されるが、その際、大径な第 1 ダイアフラム 5 0 と小径な第 2 ダイアフラム 5 4 の受圧面積比を 3 : 1 : 1 ~ 3 : 2 : 1 の範囲内、最も好ましくは 3 : 1 6 : 1 に設定するとよい。すなわち、第 1 ダイアフラム 5 0 と第 2 ダイアフラム 5 4 の受圧面積比を実験データによって求められた 3 : 1 6 : 1 に設定することにより、前記第 1 ばね部材 5 6 の抵抗力によって水素の圧力比が低下することが補正され、エアと水素との好適な圧力比を保持することができる。

20 第 1 ブロック体 1 8 a の内壁面には、前記ガイド部材 4 6 に形成された弁体 4 4 が着座する弁座 6 4 が形成された弁座部材 6 6 が設けられ、前記弁座部材 6 6 と第 1 ブロック体 1 8 a の内壁面との間には、シール機能を有する O リング 8 6 が装着される。前記弁座部材 6 6 は、第 1 ブロック体 1 8 a に形成された環状の凸部に対して加締めて固定される。また、前記弁座部材 6 6 には、弁体 4 4 から離間する方向に向かって徐々に拡径し、且つ非接触状態でロッド部材 4 2 を囲繞するテーパ面 8 8 が形成される。

25 前記ロッド部材 4 2 の外周面と前記弁座部材 6 6 のテーパ面 8 8 との間の空間は、流体通路 2 2 として機能するものであり、弁座 6 4 から離間する上方に向かって徐々に拡径する前記テーパ面 8 8 によって流体通路 2 2 の断面積が徐々に拡大して形成されることにより、急激な断面積の変化がなく自励振動を抑制することができる。

第1ブロック体18aの上部に形成された段部には、ロッド部材42が挿通する貫通孔を有するアスピレータ用保持部材90がねじ止めされる。前記アスピレータ用保持部材90と第2ダイヤフラム54との間には、アスピレータ室80が設けられ、前記アスピレータ用保持部材90には、前記アスピレータ室80に連  
5 通するとともに、二次側ポート14側に向かって吸引孔92が臨むノズル94が連結される。

前記アスピレータ用保持部材90の傾斜面96と弁座部材66のテーパ面88との間には、二次側ポート14側に向かって徐々に拡大する流体通路22が形成されている。従って、流体通路22の急激な断面積の変化を発生させることがな  
10 く、自励振動の抑制機能を発揮させることができる。

なお、ロッド部材42の外周面には、環状溝を介してＯリング98が装着され、前記Ｏリング98がアスピレータ用保持部材90の貫通孔と接触してシール機能が営まれることにより前記アスピレータ室80の気密性が保持される。前記アスピレータ室80は、ロッド部材42の軸線方向に沿って延在する第1連通孔62  
15 に連通し、且つロッド部材42の軸線と直交する第2連通孔78を介してガイド部材46側の背圧室34と連通するように設けられている。

第1保持機構48は、第1ダイヤフラム50の上面に接触する第1上部側リテーナ100と第1ダイヤフラム50の下面に接触する第1下部側リテーナ102とから構成され、前記第1上部側および第1下部側リテーナ100、102は、  
20 それぞれ、中心孔を介してロッド部材42に軸着される。前記第1上部側および第1下部側リテーナ100、102によって保持されない第1ダイヤフラム50の外周縁部は、第2ブロック体18bと第3ブロック体18cとの間で挟持される。

第2保持機構52は、第2ダイヤフラム54の上面に接触する第2上部側リテーナ104と第2ダイヤフラム54の下面に接触する第2下部側リテーナ106  
25 とから構成され、前記第2上部側リテーナ104のみがロッド部材42に軸着され、第2下部側リテーナ106はロッド部材42と一体的に形成される。前記第2上部側および第2下部側リテーナ104、106によって保持されない第2ダイヤフラム54の外周縁部は、第1ブロック体18aと第2ブロック体18bと

の間で挟持される。

この場合、ロッド部材 4 2 に一体的に形成された第 2 下部側リテーナ 1 0 6 に対して第 2 上部側リテーナ 1 0 4、第 1 下部側リテーナ 1 0 2 および第 1 上部側リテーナ 1 0 0 を順次積層した後、ウエーブワッシャ 1 1 0 およびナット 1 1 2  
5 によってロッド部材 4 2 にねじ締結される。

前記第 2 下部側リテーナ 1 0 6 の外周縁部には、下方側に向かって断面 L 字状に屈曲するストッパ部 5 8 が形成され、前記ストッパ部 5 8 は、周方向に沿って約 9 0 度離間する 4 個の爪部によって構成される。パイロット室 8 2 に供給されたパイロット圧の作用下に第 1 ダイヤフラム 5 0、第 2 ダイヤフラム 5 4 および  
10 ロッド部材 4 2 が下方側に向かって一体的に変位した際、前記ストッパ部 5 8 がアスピレータ用保持部材 9 0 の上面に当接することにより、前記ロッド部材 4 2 の変位量が規制されてストッパ機能が発揮される。

第 1 ダイヤフラム 5 0 および第 2 ダイヤフラム 5 4 との間には、第 2 ブロック体 1 8 b の内壁面によって閉塞された大気室 1 1 4 が設けられ、前記大気室 1 1  
15 4 は、図示しない通路を介して大気と連通するように設けられている。なお、前記第 2 ブロック体 1 8 b の内壁面に前記第 1 下部側リテーナ 1 0 2 の外周屈曲縁部 1 1 6 が進入可能な環状凹部 1 1 8 を形成することにより、前記外周屈曲縁部 1 1 6 が環状凹部 1 1 8 内に進入した部分の寸法を短縮して軸方向の小型化を図ることができる。

前記第 1 ダイヤフラム 5 0 の上部には、第 3 ブロック体 1 8 c の内壁面によって囲繞され、図示しないパイロットポートを介してパイロット圧が供給されるパイロット室 8 2 が設けられる。前記パイロット室 8 2 は、リング 1 2 0 を介して第 3 ブロック体 1 8 c のねじ孔に螺入される大径な第 1 調整ねじ部材（第 1 調整部材） 1 2 2 と、リング 1 2 4 を介して前記第 1 調整ねじ部材 1 2 2 の中心  
20 に形成されたねじ孔に螺入される小径な第 2 調整ねじ部材（第 2 調整部材） 1 2 6 とによって閉塞される。

なお、前記第 1 調整ねじ部材 1 2 2 には、断面六角形状の調整用凸部 1 2 8 が形成され、前記第 2 調整ねじ部材 1 2 6 には、断面六角形状の調整用凹部 1 3 0 が形成される。

また、前記パイロット室 8 2 には第 2 ばね部材 8 4 が配設され、前記第 2 ばね部材 8 4 の一端部は、ばね受けリテーナ 1 3 2 に係着され、他端部は、後述するリーフばね 1 3 4 に係着される。この場合、第 1 調整ねじ部材 1 2 2 によって前記第 2 ばね部材 8 4 のばね力を大きく調整することができるとともに、第 2 調整ねじ部材 1 2 6 によって前記第 2 ばね部材 8 4 のばね力を微調整することができる。

このように第 1 および第 2 調整ねじ部材 1 2 2、1 2 6 によって第 2 ばね部材 8 4 のばね力を 2 段階にわたって調整することにより、第 2 ばね部材 8 4 のばね力の調整レンジが大きくなるとともに、ばね荷重の変化量が小さい良好なばね荷重性能を得ることができる。

さらに、前記パイロット室 8 2 を形成する第 3 ブロック体 1 8 c の内壁面には、ステンレス鋼からなる円筒状のブッシュ 1 3 6 が装着され、前記ブッシュ 1 3 6 の内周面に摩擦接触することにより第 1 ダイヤフラム 5 0 に対して摺動抵抗を付与するリーフばね 1 3 4 が設けられる。

前記リーフばね 1 3 4 は、第 1 上部側リテーナ 1 0 0 の環状凸部に装着される環状部 1 3 4 a と、前記環状部 1 3 4 a と直交する上方向に立ち上がり且つ周方向に沿って所定間隔離間する複数の脚部 1 3 4 b と、前記脚部 1 3 4 b の先端部に形成された湾曲部 1 3 4 c とから構成される。前記リーフばね 1 3 4 に対して、例えば、ダイヤモンドライクカーボンコーティング等の被膜処理を施すことにより、ブッシュ 1 3 6 と湾曲部 1 3 4 c との接触抵抗を適性に保持し、良好な摺動抵抗が得られる。

この場合、第 3 ブロック体 1 8 c の内壁面にステンレス鋼からなるブッシュ 1 3 6 を設け、前記ブッシュ 1 3 6 の内周面とリーフばね 1 3 4 の湾曲部 1 3 4 c とを接触させることにより、第 3 ブロック体 1 8 c の内壁面を保護して耐久性を向上させることができる。

次に、本発明の実施の形態に係る燃料電池用レギュレータ 1 0 の動作並びに作用効果について説明する。

まず、本実施の形態では、弁体 4 4 の下部側に配設された第 1 ばね部材 5 6 のばね力が弁体 4 4 の上部側のパイロット室 8 2 に配設された第 2 ばね部材 8 4 の

ばね力よりも大きく設定されているため、パイロット室 8 2 にパイロット圧が供給されていない平常時において弁体 4 4 が弁座 6 4 に着座した弁閉状態にある。

- 従って、本実施の形態では、平常時において弁体 4 4 が弁座 6 4 から所定間隔だけ離間した弁開状態にあるノーマルオープンタイプのレギュレータと比較して、
- 5 不必要な時に水素を二次側ポート 1 4 から導出させる必要がない。この結果、本実施の形態では、燃料である水素の浪費を防止して省力化を図ることができる。

- 次に、アクセルペダル等の操作によって酸化剤供給部 2 0 4 が付勢された際、パイパス通路 2 3 2 および図示しないパイロットポートを介してパイロットエアーがパイロット室 8 2 内に導入される。前記パイロット室 8 2 内に導入されたパイロットエアーは、第 1 ダイアフラム 5 0 を下方側に向かって押圧するように作用する。この場合、ロッド部材 4 2 を介して連結されている第 1 ダイアフラム 5 0、第 2 ダイアフラム 5 4 および弁体 4 4 が一体的に下方側に向かって変位し、弁体 4 4 が弁座 6 4 から離間する。その際、ロッド部材 4 2 と一体的に形成されたストッパ部 5 8 がアスピレータ用保持部材 9 0 の平坦な上面に当接することにより該ロッド部材 4 2 の変位が規制される。
- 10
- 15

従って、一次側ポート 1 2 から供給された水素は、弁体 4 4 と弁座 6 4 との間隙を通過する際にパイロット圧に対応する所望の圧力に減圧され、調圧された前記水素は流体通路 2 2 に沿って流通した後、二次側ポート 1 4 からエゼクタ 2 2 6 側に向かって導出される。

- 20 その際、パイロット圧が作用する第 1 ダイアフラム 5 0 の受圧面積と、アスピレータ室 8 0 内に導入された水素が作用する第 2 ダイアフラム 5 4 の受圧面積との比が約 2 : 1 ~ 約 4 : 1、好ましくは約 3 : 1、最も好適には 3. 1 6 : 1 に設定されているため、パイロット圧であるエアーに対して二次側ポート 1 4 から導出される水素の圧力を 3 倍に設定することができる。従って、二次側ポート 1
- 25 4 に接続されるエゼクタ 2 2 6 の循環圧力、吸引特性等が良好に保持され、該エゼクタ 2 2 6 の性能を最大限に活用することができる。

また、本実施の形態では、パイロット圧として供給されるエアーの圧力によって撓曲する第 1 ダイアフラム 5 0 と、流体通路 2 2 に沿って流通する水素の圧力によって撓曲する第 2 ダイアフラム 5 4 とからなる 2 枚のダイアフラムを備え、

前記第1ダイヤフラム50と第2ダイヤフラム54との間に大気室114を設けている。従って、例えば、第1ダイヤフラム50または第2ダイヤフラム54のいずれか一方の耐久性が劣化した場合であってもエアと水素とが混合することがなく、仮にエアまたは水素が大気室114に進入しても図示しない通路を介して好適に大気室114から外部に排出することができる。

さらに本実施の形態では、二次側ポート14側から導出される水素流量が増大した際、前記二次側ポート14側に臨むノズル94の吸引孔92を通じて発生する吸引作用下にアスピレータ室80が二次側ポート14から導出される圧力（二次側圧力）よりも減圧される。この場合、本実施の形態では、ロッド部材42に形成された中空部60および第1連通孔62および第2連通孔78を介して背圧室34とアスピレータ室80とが連通するように設けられているため、前記背圧室34はアスピレータ室80と同圧となり、二次側ポート14から導出される二次側圧力よりも低圧となる。従って、本実施の形態では、前記背圧室34と二次側ポート14側の流体通路22と連通させた場合と比較して、該背圧室34の圧力を低圧に設定することができる。

ここで、所定圧力 $P_1$ を一定に保持した状態において圧力流体の流量 $Q$ を増大させた場合の圧力-流量特性を図4に示す。図4中において、特性直線Aは、背圧室34のみを設けた場合の圧力-流量特性、特性直線Bは、背圧室34を二次側ポート14側の流体通路22に連通させた場合の圧力-流量特性、特性直線Cは、背圧室34をアスピレータ室80と連通させた場合の圧力-流量特性を示す。

図4から諒解されるように、所定圧力 $P_1$ において圧力流体の流量 $Q$ を流量 $Q_1$ に増大させた場合の圧力変化量 $\Delta P$ は、背圧室34のみを設けた特性直線Aが一番大きくなり、次に背圧室34を二次側ポート14側の流体通路22に連通させた特性直線Bが前記特性直線Aと比較して小さくなり、最後に背圧室34をアスピレータ室80に連通させた特性直線Cが前記特性直線A、Bと比較して一番小さくなる。

従って、本実施の形態のように、ロッド部材42に形成された中空部60および第1連通孔62および第2連通孔78を介して背圧室34とアスピレータ室80とが連通するように設けられることにより、圧力流体の流量が増大した場合で

あっても圧力変化量 $\Delta P$ が増大することを抑制して圧力損失を極力減少させることができる。この結果、本実施の形態では、良好な圧力－流量特性を得ることができる。



請求の範囲：

1. 燃料ガスが供給される一次側ポートと、前記燃料ガスを排出する二次側ポートとを有するボディと、

- 5 前記ボディ内に変位自在に設けられ、弁座から離間しまたは前記弁座に着座することにより前記一次側ポートと二次側ポートとを連通させる流体通路を開閉する弁体と、

- 前記ボディ内に所定間隔離間して配設され、パイロット室に供給される酸化剤であるパイロットエアーの受圧作用下に撓曲する第1ダイヤフラムと、前記流体通路を流通する燃料ガスの受圧作用下に撓曲する第2ダイヤフラムと、
- 10

前記第1ダイヤフラムおよび第2ダイヤフラムの撓曲作用下に、前記弁体と該第1ダイヤフラムおよび第2ダイヤフラムとを一体的に変位させるロッド部材と、

前記弁体に係着するように設けられ、該弁体を弁座に向かって着座する方向に向かって付勢する第1ばね部材と、

- 15 前記パイロット室に設けられ、前記弁体を弁座から離間する方向に向かって付勢する第2ばね部材と、

を備え、前記第1ばね部材のばね力は前記第2ばね部材のばね力よりも大きく設定され、前記パイロット室にパイロットエアーが供給されていないときに前記弁体が弁座に着座した状態に設けられることを特徴とする燃料電池用レギュレータ。

20

2. 請求項1記載の燃料電池用レギュレータにおいて、

前記第1ダイヤフラムと第2ダイヤフラムの受圧面積比は、約2：1～約4：1の範囲内に設定されることを特徴とする燃料電池用レギュレータ。

25

3. 請求項2記載の燃料電池用レギュレータにおいて、

前記第1ダイヤフラムと第2ダイヤフラムの受圧面積比は、弁体を弁座に向かって付勢する第1ばね部材のばね力によって補正されることにより、3. 1：1～3. 2：1の範囲内に設定されることを特徴とする燃料電池用レギュレータ。

4. 請求項 1 記載の燃料電池用レギュレータにおいて、

前記ロッド部材の端部には、弁体に付与される圧力を相殺する方向に向かって作用する背圧室が設けられ、一方、前記第 2 ダイアフラムと弁体との間には、ノ

5      ズルによる吸引作用下に二次側圧力よりも減圧されたアスピレータ室が設けられ、  
該ロッド部材には、前記背圧室とアスピレータ室とを連通させる連通孔が形成されることを特徴とする燃料電池用レギュレータ。

5. 請求項 1 記載の燃料電池用レギュレータにおいて、

10      前記弁座を有する弁座部材には、二次側ポートに連通する流体通路に沿って徐々に流路断面が拡径するテーパ面が形成されることを特徴とする燃料電池用レギュレータ。

6. 請求項 5 記載の燃料電池用レギュレータにおいて、

15      前記第 2 ダイアフラムとの間でアスピレータ室を形成するアスピレータ保持部材が設けられ、前記アスピレータ保持部材に形成された傾斜面と前記弁座部材のテーパ面との間で流路断面が徐々に拡大するように設けられることを特徴とする燃料電池用レギュレータ。

20      7. 請求項 1 記載の燃料電池用レギュレータにおいて、

前記弁体はロッド部材の端部に連結されたガイド部材に設けられ、前記ガイド部材は、該弁体を除いたガイド部材の外周面を囲繞するガイド用筒部を有する弁体ガイド部材によって案内されることを特徴とする燃料電池用レギュレータ。

25      8. 請求項 7 記載の燃料電池用レギュレータにおいて、

前記ガイド部材の外周面とガイド用筒部との摺動部位には、フッ素樹脂コーティングが施されることを特徴とする燃料電池用レギュレータ。

9. 請求項 7 記載の燃料電池用レギュレータにおいて、

前記ガイド部材とガイド用筒部との間には、円筒状のガイド部材の軸線方向に沿って所定間隔離間する一組のシール部材が設けられることを特徴とする燃料電池用レギュレータ。

- 5     1 0. 請求項 9 記載の燃料電池用レギュレータにおいて、

前記一組のシール部材は、弁体に近接する側に配設されたＯリングと、弁体から離間する側に配設されたＹパッキンとからなることを特徴とする燃料電池用レギュレータ。

- 10    1 1. 請求項 9 記載の燃料電池用レギュレータにおいて、

前記一組のシール部材の間には、ロッド部材の軸線方向に沿って延在する連通孔に連通する環状空間部が設けられることを特徴とする燃料電池用レギュレータ。

- 1 2. 請求項 7 記載の燃料電池用レギュレータにおいて、

- 15    前記弁体ガイド部材は、ボディと別体で形成されることを特徴とする燃料電池用レギュレータ。

- 1 3. 請求項 1 2 記載の燃料電池用レギュレータにおいて、

- 20    前記弁体ガイド部材の中央部には、ガイド用筒部に連続する孔部が形成され、前記孔部は着脱自在な閉塞部材によって閉塞されることを特徴とする燃料電池用レギュレータ。

- 1 4. 請求項 1 記載の燃料電池用レギュレータにおいて、

- 25    前記パイロット室には、第 1 ダイアフラムに対して摺動抵抗を付与するリーフばねが設けられ、前記リーフばねの脚部に形成された湾曲部は、ボディの内部に装着されたステンレス鋼からなる円筒状のブッシュに接触するように設けられることを特徴とする燃料電池用レギュレータ。

- 1 5. 請求項 1 4 記載の燃料電池用レギュレータにおいて、

前記リーフばねの外表面には、少なくともダイヤモンドライクカーボンコーティングを含む被膜処理が施されることを特徴とする燃料電池用レギュレータ。

16. 請求項1記載の燃料電池用レギュレータにおいて、

- 5 前記パイロット室内に設けられた第2ばね部材のばね力を2段階に調整する第1調整部材と第2調整部材とが設けられることを特徴とする燃料電池用レギュレータ。

17. 請求項1記載の燃料電池用レギュレータにおいて、

- 10 前記ロッド部材には、第1ダイヤフラムを表裏両面から保持する上部側リテーナおよび下部側リテーナが連結され、前記ボディの内壁面には、前記下部側リテーナの外周屈曲縁部が進入可能な環状凹部が形成されることを特徴とする燃料電池用レギュレータ。

- 15 18. 請求項16記載の燃料電池用レギュレータにおいて、

前記第1調整部材は、ボディの端部に形成されたねじ孔に螺入される第1調整ねじ部材からなり、前記第2調整部材は、前記第1調整ねじ部材の中心に形成されたねじ孔に螺入される第2調整ねじ部材からなることを特徴とする燃料電池用レギュレータ。

20

19. 請求項1記載の燃料電池用レギュレータにおいて、

前記燃料電池用レギュレータは、アノードとカソードとを有する燃料電池スタックを含む燃料電池システムに適用され、

- 25 前記燃料電池用レギュレータは、前記アノード側に燃料を供給する燃料供給部とアノードとの間に配設された圧力制御部に設けられ、

前記圧力制御部は、バイパス通路を介して供給されるエアーの圧力をパイロット圧とし、前記パイロット圧に対応して調圧された二次側圧力が導出されることを特徴とする燃料電池用レギュレータ。

20. 請求項19記載の燃料電池用レギュレータにおいて、

前記燃料電池システムは、自動車を含む車両に搭載されることを特徴とする燃料電池用レギュレータ。

## 要 約

- 燃料電池システムの圧力制御部に配置された燃料電池用レギュレータは、パイロット室に供給される酸化剤であるパイロットエアーの受圧作用下に撓曲する第1ダイヤフラムと、流体通路を流通する水素含有ガスの受圧作用下に撓曲する第2ダイヤフラムと、弁体に連結されたロッド部材とを備え、第1ばね部材のばね力が第2ばね部材のばね力よりも大きく設定されて、前記パイロット室にパイロットエアーが供給されていないときに弁体が弁座に着座したノーマルクローズタイプに設けられる。

10